

Hout als energiebron

In 1982 verscheen een nummer van het Nederlands Bosbouw Tijdschrift gewijd aan biomassa en energie. Verkoren schreef in zijn verantwoording dat de westerse wereld uitermate afhankelijk is op het gebied van de energievoorziening en dat naar een zo hoog mogelijke graad van zelfvoorziening gestreefd zou moeten worden. In het bijzonder in Nederland is de belangstelling voor energie uit biomassa gering. Na wederom 10 jaar van goedkope energie gebruik gemaakt te hebben, publiceert de NOVEM (Nederlandse Maatschappij voor Energie en Milieu) binnenkort een rapport waarin de verwachting uitgesproken wordt dat in de toekomst 12% van de landelijke energiebehoefte uit biomassa verkregen zal worden. Dit artikel is een verkorte versie van een voordracht, gehouden door de schrijver op de voorjaarsbijeenkomst van ISES (International Solar Energy Society) Nederland in april 1992 te Wageningen.

Hout heeft een aantal aantrekkelijke eigenschappen. Het kan worden geteeld op een duurzame en milieuvriendelijke wijze. Het

produkt hout is voor vele doeleinden geschikt, onder meer als bron van energie. Ook hout dat eerst voor andere doeleinden is gebruikt, kan alsnog als sloop-hout of oud papier voor de opwekking van energie worden ingezet. Naast de levering van een produkt, vervullen bos en andere houtproducerende beplantingen vele functies in de maatschappij, zoals bescherming tegen erosie, instandhouding natuur en het bieden van mogelijkheden tot recreatie. Deze functies worden in onze maatschappij hooglijk gewaardeerd.

Eén van voornoemde functies is de produktie van biomassa die kan worden gebruikt voor de opwekking van energie. Wereldwijd wordt 50% of meer van de jaarlijkse oogst van hout gebruikt voor brandhout (H.A. van der Meiden, '86). Het percentage van de benodigde primaire energie, dat gedekt wordt door het produkt hout, varieert van land tot land enorm. In de ontwikkelde landen bedraagt dit percentage hooguit enkele procenten, in ontwikkelingslanden kan het oplopen tot 90%.

De totale behoefte aan primaire energie op wereldniveau beschouwende, levert hout slechts een betrekkelijk kleine bijdrage. Het mondiale energieverbruik wordt geschat, op $+ 260 \times 10^9$ GJ (J.W. Ranney, R.D. Perlack, J.L. Trimble en L.L. Wright, '85), exclusief China, Midden- en Oost Europa, terwijl de energetische waarde van het wereldbrandhoutverbruik neer komt op $+ 8 \times 10^9$ GJ. Op lokaal niveau ligt de situatie anders. Dit geldt voor de ontwikkelingslanden, maar ook voor bos- of houtrijke ontwikkelde landen. (Wanneer gesteld wordt dat een huishouden per jaar in ons

land 2500 m^3 aardgas gebruikt, komt dit getal energetisch overeen met ca. 10 m^3 luchtdroog hout.)

Voor de energiecrisis had hout als energiebron weinig belangstelling, behalve wanneer het ging om het verbranden van afval en het aanwenden van de daarbij vrijkomende energie in zagerijen en andere houtverwerkende industrieën. Afhankelijk van de hoeveelheid beschikbare fossiele energie heeft een aantal ontwikkelde landen zich gedurende de laatste decennia min of meer geworpen op onderzoek naar gebruiksmogelijkheden van hout als energiebron. Met het dalen van de olieprijs is veel van dit onderzoek als sneeuw voor de zon verdwenen. Toch is een aantal belangrijke resultaten behaald, die zeker in de toekomst hun waarde kunnen hebben.

Onder bestaande houtige beplantingen in ons land worden verstaan het Nederlandse bos, gemeentelijke en landschappelijke beplantingen. Bij gemeentelijke beplantingen gaat het om parken, sportparken en andere groenvoorzieningen, bij landschappelijke beplantingen om wegbepantingen en hakhoutwallen, maar ook om b.v. wilgen-grienden, aangezien deze laatste hun betekenis als producent van rijkshout hebben verloren. Gemeentelijke en landschappelijke beplantingen moeten worden onderhouden. Bij het onderhoud van deze beplantingen komt een grote hoeveelheid houtig materiaal vrij, dat op het ogenblik voor een deel wordt verspaand en in de beplanting geblazen, voor een deel naar de vuilstort wordt gebracht. Voor het stortingsrecht dient men te betalen, terwijl dit

materiaal een energetische waarde te vertegenwoordigt.

Het bij de oogst in het bos achterblijvende kapafval en het bij het onderhoud van andersoortige beplantingen vrijkomende materiaal kan worden verbrand. Het materiaal zou daartoe in zijn geheel, of als spaanders naar een verbrandingsoven kunnen worden vervoerd. De meest efficiënte manier van transport, en later ook verbranding kan men bereiken door het hout eerst te verspanen. Echter, verse spaanders zijn moeilijk te verbranden, aangezien het vochtgehalte te hoog is. Wil men deze spaanders verbranden, dan moet het vochtgehalte terug gebracht worden tot 50% of minder (= berekend op basis van het droge stofgehalte).

Hout kan men drogen door het in zijn oorspronkelijke vorm buiten verspreid of op stapel te laten liggen. Verspaning vindt dan na een aantal maanden plaats. Opslag van verse spaanders leidt vrij spoedig tot verrotting. Indien het houtige materiaal meteen moet worden afgevoerd – en transport van spaanders is het meest efficiënt –, beschikt men over verse spaanders met een vochtgehalte van 100% of meer. Het drogen van deze spaanders, of het gebruik van natte spaanders geeft aanleiding tot vele moeilijkheden, waar evenwel oplossingen voor te bedenken zijn (W. Heij en R.P. van der Zwan, '89).

Dit artikel tracht te inventariseren, welke potentiële hoeveelheid hout in Nederland voor verbranding in aanmerking komt ten behoeve van energieopwekking. De basis, waarop hier wordt gerekend, is ovendroog hout met een energetische opbrengst van 19 MJ/kg. Dat is in de praktijk bijna nooit het geval. Met het toenemen van de hoeveelheid vocht in het hout daalt deze energetische opbrengst dramatisch. Een vochtge-

halte van 50% doet de energie-inhoud dalen met meer dan de helft.

Het Nederlandse bos

In het Nederlandse bos wordt jaarlijks ongeveer 1.200.000 m³ hout geoogst. De oogst betreft 65% van de staande geoogste biomassa, de rest blijft als kapafval in het bos achter. Het geoogste produkt wordt verkocht als zaaghout, paalhout of als hout voor de vezelverwerkende industrie. Het achterblijvende kapafval zou in theorie kunnen worden geoogst en voor verbranding kunnen worden gebruikt. Slechts de helft van deze massa is oogstbaar. Dit betreft 100 x 10⁶ kg, net een theoretische verbrandingswarmte van ca. 1.9 x 10⁶ GJ. Het bedrag is gecorrigeerd voor de 5% van de biomassa, die de top inneemt, aangezien deze hoeveelheid in de hieronder volgende rubriek is opgenomen.

Naast het kapafval blijft er n.l. in het bos altijd hout achter; het gaat dan om bomen die zijn omgewaaid en niet worden geoogst, om geveld bomen die niet worden uitgesleept, en om partijen hout die te klein zijn om te worden afgevoerd. Naar schattingen (H.M. Renia en R. Sikkema, '91) bedraagt dit 116 x 10⁶ kg. Een gedeelte van dit hout zou een bijdrage kunnen leveren voor de opwekking van energie.

Energiebalans in het bos

De input van energie, exclusief de zonne-energie, is kleiner dan de output (J.W. Aardema, '78) (M.M.G.R. Bol, '82). De menselijke energie en de energie-inhoud van de hulpmiddelen die hij gebruikt, zowel wat betreft machines voor oogst, wegaanleg en transport, als b.v. kunstmeststoffen, bevindt zich aan de input-zijde, terwijl de output de energie-inhoud van het geoogste produkt betreft.

Opgemerkt moet worden dat bij de berekeningen het geoogste produkt de hoeveelheid werkhout omvat, d.w.z. toppen, takken en stobben blijven in het bos achter, 30-40% van de totale biomassa. Ware dat niet zo dan zou de verhouding gunstiger liggen. Het output-getal is gebaseerd op een hoeveelheid energie die een ovendroge kg hout gemiddeld opbrengt.

Het getal van de output-input verhouding van energie bedraagt in het bos 10 tot 50 afhankelijk van de boomsoort, de plaats op aarde en de bodem. In de landbouw ligt dit getal veel ongunstiger nl. 1 tot 2 (P.K. Avlani en W.J. Chancellor, '77). Uitgangspunt van de berekeningen is de huidige stand van zaken met betrekking tot de rationalisatie en mechanisatie in de bosbouw in Nederland. De mechanisatiegraad van deze werkzaamheden ligt betrekkelijk laag; veel werk wordt nog in handkracht of met motorhandgereedschap uitgevoerd.

Daarnaast moet nog een aantal voorwaarden worden genoemd waarbinnen voorgaande berekeningen tot stand zijn gekomen. Een van de functies van het bos in Nederland is de produktie van hout, geschikt voor de zagerij of voor vezelverwerking, maar niet de produktie van een zo groot mogelijke biomassa. Selectie en veredeling van boomsoorten, gericht op de produktie van een zo groot mogelijke biomassa, bevindt zich nog in de kinderschoenen. Bij sommige soorten gaat snelle groei gepaard met een lagere volumieke massa van het hout. Bovendien wordt het bos geacht op duurzame wijze te worden beheerd, d.w.z. de potentie van de groeiplaats, zoals de bodemvruchtbaarheid, wordt niet aangetast. Tevens dient men zich te realiseren dat de efficiëntie van

de fotosynthese niet optimaal zal zijn, aangezien onze bossen zich veelal op de hoogste gronden bevinden en er gedurende het groeiseizoen gebrek aan water optreedt.

Bij het telen van houtige biomassa in korte omlopen van 2-15 jaar ligt de situatie anders. In korte tijd moeten vele werkzaamheden worden verricht, bovendien kunnen dergelijke intensieve teeltsystemen een aanslag doen op de chemische voedingsstoffenbalans, zodat deze door bemesting weer in evenwicht moet worden gebracht.

De energiebalans wordt sterk ten nadele beïnvloed door oogst en transport. Men kan deze balans in gunstige zin beïnvloeden door de transportafstand kort te houden. Bovendien is de manier waarop het hout wordt getransporteerd bv. als takkebossen, spaanders of stamstukken niet alleen van grote invloed op de energiebalans, maar ook op de kosten.

Biomassa en mineralen kringloop in het bos

Bij normale oogst wordt 60-65% van de totaal aanwezige biomassa geoogst in de vorm van stamhout. Toppen, takken, wortels en stobben blijven in het bos achter. De biomassa van een boom is ongeveer verdeeld zoals in Tabel 1 is aangegeven.

Tabel 1. Globale verdeling totale biomassa van een boom

Stam	60-65%
Top	5%
Takken	10-15%
Stobbe	5-10%
Wortels	10-20%

De wortels zijn niet oogstbaar, de stobbe eventueel wel. Oogst van de stobbe kan geschieden vol-



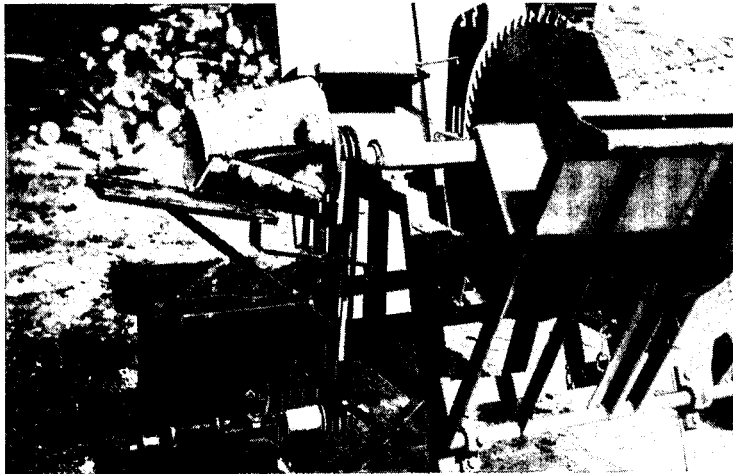
■ Het tot brandstof zagen van afvalhout in de jaren veertig.

gens de volle-boom-methode, waarbij de boom in zijn geheel met stobbe en al wordt geoogst en afgevoerd. Een andere methode is het rooien van de stobben nadat de boom is geveld en met takken en al is afgevoerd. Oogst van de stobben is kostbaar, er is relatief veel energie voor nodig en verspanen is moeilijk omdat stobben veel zand en stenen bevatten. Bovendien laat men een terrein achter dat eerst geëgaliseerd moet worden alvorens volgende werkzaamheden, zoals de aanleg, te kunnen verrichten, zodat oogsten van de stobben op aanzienlijke bezwaren stuit.

Wel oogstbaar zijn top en takken. Dit kan gebeuren volgens de boommethode waarbij de boom geveld en in zijn geheel, dus met top en takken, uit het bos wordt afgevoerd (bij de volle-boom-methode wordt tevens de stobbe geoogst). De boom wordt aan de bosrand of op een verwerkingsplaats, die vele kilometers van de te oogsten opstand verwijderd kan liggen, van takken en top ontdaan. In het laatste geval is transport duur, omdat de lading "bulky" is, maar de extra kosten

moeten opwegen tegen de energieopbrengst van takken en top, die op de verwerkingsplaats worden verwijderd en worden gebruikt voor opwekking van energie. Een andere mogelijkheid is om takken en toppen te verzamelen aan de bosrand, ter plaatse te verspanen en af te voeren, nadat eerst het stamhout is verwijderd. Andere mogelijke methoden zijn de langhoutmethode en de korthoutmethode, waarbij het snoeien van de boom bij de stobbe plaats heeft en top en takken verspreid over de opstand achterblijven. Ook in dit geval kunnen top en takken later worden verzameld. Dergelijke systemen worden toegepast in diverse landen. Takken en top kunnen een belangrijke bijdrage leveren aan de primaire energiebehoefte.

Vanuit de bosbouw bestaan ernstige bezwaren tegen het afvoeren van takken en top, het kapafval, uit het bos. Het kapafval verteert en vormt de humus in de bodem. De humus treedt op als adsorbtiecomplex van vocht en mineralen. Droogte in de vegetatieperiode kan worden opgevangen en verder wordt voorkomen



■ Een brandhout-zaagkloofmachine (Foto's: Archief P.M.H. Tromp)

dat mineralen, die vrijkomen gedurende de afbraak van het organische materiaal, weglekken naar het grondwater. Op deze wijze houdt een bosvegetatie zijn mineralen kringloop zelf in stand. Er zijn indicaties dat verwijdering van het kapafval in onze gematigde klimaatomstandigheden de productie-potentie van de groei-plaats aanzienlijk kan verminderen (A. Krapfenbauer, '84). E.e.a. is vooral het geval op de armere gronden; het oogsten van kapafval moet op deze gronden achterwege gelaten worden. Rijkere gronden hebben andere mogelijkheden om vocht en mineralen te adsorberen. Weglekkende mineralen kunnen eventueel worden vervangen door toevoeging van kunstmest, doch gebruik van kunstmest op bosgronden met een slecht adsorbtiecomplex is discutabel.

Een groot gedeelte van de mineralen ligt opgeslagen in het blad of in de naalden. Nadat het kapafval enige tijd is blijven liggen, vallen blad en naalden af. Verwijdering van top en takken zou dan ook niet tegelijkertijd met de oogst van het stamhout moeten geschieden, doch kapafval zou

enige maanden op de kapvlakte moeten blijven liggen, alvorens tot verzamelen over te gaan. Bovendien, zoals al betoogd, doet zich het voordeel voor dat het kapafval gedeeltelijk kan drogen en er spaanders worden geproduceerd die zonder moeilijkheden kunnen worden verbrand.

Er zijn ook compromissen in gebruik, waarbij men weliswaar de boommethode toepast, doch de top in het bos achterlaat. Tijdens de uitsleep van het hout breekt een gedeelte van de takken af en blijft eveneens in het bos achter. Het overgebleven gedeelte aan takken wordt op de verwerkingsplaats verwijderd en voor opwekking van energie gebruikt. Aangezien in Nederland het overgrote deel van de bossen zich op de armste gronden bevindt, is oogst van top en takken in ons land nauwelijks een openstaande optie.

Landschappelijke en stedelijke beplantingen

Anders ligt de situatie bij stedelijke en landschappelijke beplantingen. Deze moeten worden onderhouden en de houtige biomassa moet grotendeels worden

afgevoerd. Daaraan zijn kosten verbonden en er moeten rechten worden betaald, zoals b.v. stortingsrecht. Naar schatting gaat het in Nederland in z'n totaliteit om 60.000 ha stedelijk groen en eveneens 60.000 ha buiten het bosverband voorkomende landschappelijke beplantingen. Er van uitgaande dat een gedeelte van de biomassa in de beplantingen achterblijft, zal het jaarlijks landelijk om + 300.000 ton droge stof gaan. Dit is circa 1.5 maal de hoeveelheid die als kapafval en overig niet geoogst hout jaarlijks in het opgaande bos achterblijft. Dit materiaal zou men kunnen gebruiken als energiebron. De genoemde hoeveelheid komt overeen met een theoretische energetische waarde van $200 \times 10^6 \text{ m}^3$ aardgas, het verbruik van een kleine tot middelgrote stad in Nederland. Deze potentiële energie kan via verbranding economisch worden gebruikt op lokaal niveau, mits men in staat is de spaanders op adequate en niet kostbare wijze te drogen.

Het onderhoud van landschappelijke beplantingen zou men aan in de buurt wonende boeren kunnen overlaten, indien het financieel aantrekkelijk is in plaats van gas hout te verstoken. In het verleden hadden dergelijke beplantingen een economische waarde voor de boer in de vorm van brand- en geriefhout. Een veebedrijf met een jaarlijkse energiebehoefte van 5000 m^3 gas, zou in plaats daarvan $20\text{-}25 \text{ m}^3$ hout kunnen verbranden (A.C. Hooendoorn, '84). Voorwaarde om dit efficiënt te laten verlopen is dat de boer over moderne oogst- en verbrandingstechnieken beschikt.

Ook grienden, een typische vorm van hakhoutteelt van wilgen, behoren in ons land tot de landschappelijke beplantingen. Eén-

jarige snijgrienden produceerden wilgenteen voor de mandenvlechterij. In 3- tot 10-jarige omloop gekweekte grienden waren bedoeld voor de produktie van rijshout voor de dijkenbouw. Deze grienden komen voor binnendijs op natte gronden, buitendijs in uiterwaarden en zoet- of brakwater getijdengebieden. Men vindt de grienden in het rivierengebied van Lek, Linge, Waal en Maas en langs het Hollands Diep. In Nederland komt nog 3600 ha griend voor (J.A.M. Schepers, '89), waarvan de helft reeds is doorgeschooten, omdat er geen afzetmogelijkheden zijn.

Een wilgengriend, met als doelstelling de produktie van rijshout en niet zoveel mogelijk biomassa, kan in Nederland 8 tot 10 ton droge stof/ha/jaar produceren (Anonymus, '83). De economische situatie van de griendcultuur is bedroevend. In 3-jarig cultuur gekweekt rijshout levert f 1000,-/ha op, terwijl de kosten f 3900,-/ha bedragen (J.A.M. Schepers, '89). Een dergelijk griend produceert 27 ton droge stof met een theoretisch energetische opbrengst van 470 GJ. Op basis van aardgas met een verbrandingswarmte van 30 MJ/m³ en een prijs van 41 cent/m³, komt dit met een waarde van f 6500,- overeen. De werkelijke opbrengst zou lager zijn omdat de spaanders vochtig zijn. Wil men grienden uit cultuurhistorische en landschappelijke overwegingen in stand houden, dan valt te bezien of het mogelijk is het hout te oogsten als energiehout. Het huidige gebruik van de uiterwaarden staat ter discussie. De uiterwaarden lenen zich uitstekend voor griendhoutcultuur.

Plantages voor houtige biomassa

Onder dergelijke plantages verstaat men de teelt van houtige biomassa in korte omlopen van 2-15

jaar, waarbij dan meestal een hakhoutcultuur wordt toegepast. Voor een dergelijke teelt zou men in de EEG kunnen denken aan eventueel vrijkomende marginale landbouwgronden. Indien de 2 miljoen ha landbouwgrond in Nederland beteeld zou worden met energiegewassen, zou in theorie in 1/3 van het huidige energieverbruik van ons land kunnen worden voorzien (Anonymus, '92). De biomassa kan ook worden gebruikt voor de produktie van vezels. Aan dit laatste is een groot tekort in de EEG. Voorbeelden van succesvolle plantages voor pulp zijn de Eucalyptus-plantages in Portugal (W. Heij en R.P. van der Zwan, '89). In Nederland kan men denken aan grienden, maar ook aan de eerder genoemde stedelijke en landschappelijke beplantingen, die veelal in hakhoutcultuur moeten worden beheerd om te voorkomen dat zich opgaand bos ontwikkelt. Deze laatste zijn minder geschikt voor de produktie van papierhout, aangezien de soortensamenstelling daar niet op gericht is, maar zijn wel geschikt voor de produktie van overig industriehout en brandhout. Hakhoutculturen zijn alleen mogelijk met soorten waarvan de stoven de eigenschap hebben opnieuw uit te lopen. Overigens is het niet een cultuur die tot in het oneindige kan worden herhaald; wilgen grienden kunnen bv. 6 tot 7 keer worden afgezet en dienen dan door nieuwe planten (= poten) te worden vervangen.

In de eerste cyclus van de totale omloop hebben hakhoutculturen een betrekkelijk geringe produktie. Na de eerste keer afzetten bezitten de wortels voldoende reservestoffen om weer snel te kunnen uitlopen. Gedurende de 3e en 4e cyclus is de produktie van biomassa op zijn top en neemt daarna geleidelijk af. De stoven worden minder levenskrachtig en een aantal gaat dood.

Houtsoorten geschikt voor dergelijke culturen in onze omstandigheden zijn wilg, populier en els. Ook eik en es zijn geschikt voor hakhoutculturen, maar de jaarlijks bijgroei van deze soorten is geringer. Op wilg en populier is in het verleden veel selectie gepleegd, alhoewel deze selectie niet gericht was op de produktie van een zo groot mogelijke hoeveelheid biomassa. De els als potentiële houtproducent heeft veel minder aandacht gehad. Door veredeling en wellicht ook andere teeltmethoden moet het mogelijk zijn de produktie van biomassa op te voeren tot 15 ton droge stof/ha/jaar. Bij proeven in de Verenigde Staten bleek een produktie van 22 ton droge stof/ha/jaar mogelijk (F.C. Hummel, '88), doch in de praktijk is de opbrengst altijd minder dan in een gecontroleerde proef.

Bij proeven met populieren bleek een produktie mogelijk van 10-13 ton droge stof/ha/jaar (Anonymus, '83). Wil men meer inzicht krijgen in de produktie van biomassaplantages met een korte omloop, dan zal nog het nodige onderzoek verricht moeten worden. Daarbij gaat het onder meer om de economische haalbaarheid. Economische evaluaties zijn zo goed als de onderliggende veronderstellingen en de beschikbare data. Data zijn gebaseerd op nu gangbare technieken, waarbij wellicht nog veel verbetering aangebracht kan worden. Behalve naar de economie zal het onderzoek zich moeten richten op de produktie van hoeveelheid droge stof, hakhouttolerantie, ziektebestendigheid, bemesting en mineralenkringloop, houtkwaliteit, de bestrijding van hinderlijke vegetatie en oogstmethoden (C.T.J.M. Raaymakers, '84).

Berekeningen in het verleden to-

nen dan ook grote verschillen. Uitgaande van een gemiddelde droge stof produktie van 15 ton/ha/jaar, verspaning ter plaatse en transport over een afstand van 60 km naar het afleverpunt, zou de houtige biomassa concurrerend kunnen zijn bij een aardgasprijs van 41 cent/m³. Daarbij is geen rekening gehouden met het vochtgehalte van de spaanders, d.w.z. dat de energetische opbrengst te hoog is ingeschat en met het feit dat voorzieningen getroffen moeten worden om de spaanders tot 50% vochtgehalte of minder te drogen. Alhoewel in de Verenigde Staten en in de Scandinavische landen grote energie-installaties gebouwd zijn voor het verbranden van houtige biomassa (D.L. Klass, '87), bestaat de indruk dat deze grote installaties bij de huidige olieprijsen nauwelijks concurrerend kunnen zijn. Vooral transport gaat bij grotere installaties een belangrijke rol spelen. Echter, kleinere installaties voor lokaal gebruik kunnen wel interessant zijn, bijvoorbeeld voor boeren die landschappelijke beplantingen onderhouden.

In Nederland is in de bosbouw en de landbouw weinig belangstelling voor het telen van plantages voor houtige biomassa. De bijdrage die verwacht mag worden aan de behoefte aan primaire energie zal in ons land gering zijn. Dergelijke plantages kunnen echter ook gebruikt worden voor de produktie van vezels, een grondstof waaraan grote behoefte is.

Hout uit afvalstromen

In een studie van de Stichting Bos en Hout (H.M. Renia en R. Sikkema, '91) is een poging gedaan inzicht te krijgen in de stromen afvalhout. Een aanzienlijke hoeveelheid houtig materiaal komt vrij na de eerste verwerking in zagerijen van rondhout en in andere verwerkende industrieën. Dit af-

Tabel 2. Beschikbaarheid en gebruik van houtafval in Nederland (in tonnen)

PRODUKTIE		GEBRUIK	
houtverwerkende industrie	485.000	verspanen	26.000
gebruikt hout	725.000	verpulpen	85.000
		vergassen	10.000
		composteren	16.000
		overig	42.000
import	224.000	export	333.000
		onbekend	1.038.000

valprodukt kan een grondstof zijn voor andere houtverwerkende bedrijven. Belangrijke toepassingen van deze afvalstromen betreffen verpulpen, vervezelen, composteren en slibverwerking. Daarnaast is er een hoeveelheid "gebruikt hout", zoals emballage en hout uit de sloop van gebouwen. Het gaat om een geschatte hoeveelheid van 1.325.000 ton per jaar in Nederland. Een overzicht van de houtafvalstromen geeft de tabel 2 (H.M. Renia en R. Sikkema, '91).

In de tabel 2 is de hoeveelheid afvalhout, die in het Nederlandse bos achterblijft buiten beschouwing gelaten. De vraag is n.l. of deze hoeveelheid oogstbaar is aangezien de bosbouwer dit organische materiaal nodig acht voor de duurzame instandhouding van zijn bos. Het betreft totaal 216.000 ton, en wel 100.000 ton takken, die bij dunnings- of eindhak in het bos achterblijven, en om de in voornoemde studie (C.T.J.M. Raaymakers, '84) aangehaalde 116.000 ton.

Houtverwerkende industrieën

Tot de houtverwerkende industrieën worden onder meer de zagerijen en schaverijen, de fineerindustrie, de emballage-industrie, de meubelindustrie, de timmer- en parketindustrie en de houtconservering gerekend.

Bij de zagerijen, waar het gaat om de verwerking van + 745.000 m³

rondhout, exclusief schors, wordt weliswaar 45% van het verzaagde hout als houtafval aangemerkt, doch een groot gedeelte hiervan vindt zijn weg naar andere houtverwerkende industrieën, zoals de pulpindustrie. Voornoemde 45% bestaat voor 15% uit zaagmeel en voor 30% uit schaaldelen of chips. Tevens werd in 1990 92.000 m³ tropisch rondhout verzaagd; bij een zaagrendement van 60% betekent dit, dat er 37.000 m³ zaagafval vrijkomt. Buiten beschouwing is gelaten de 15% schors, die gedeeltelijk voor de opwekking van energie gebruikt wordt.

De hoeveelheid en bestemming van de krullen in de schaverijen is onbekend. Bij andere houtverwerkende industrieën, zoals de meubelindustrie en de timmer- en parketvloerenindustrie, gaat het voornamelijk om vrijkomende zaagstukken. Veel paalhout wordt "wit"-geschild alvorens het wordt geconserveerd; 18% van het totale volume komt vrij als houtschillen (A.J. Gerritse, '90).

De totale afvalstroom in de verwerkende industrieën bedraagt 769.000 m³. Men dient zich te bedenken dat er in ons land veel meer bezaagd hout wordt ingevoerd dan in een aantal bedrijven wordt verwerkt, dan dat er rondhout wordt verzaagd. Voornoemde hoeveelheid m³ komt overeen met 485.000 ton. De om-

rekeningsfactor bedraagt 0,63. Dit cijfer ligt betrekkelijk hoog omdat de totale afvalstroom zowel uit nat als uit droog hout is samengesteld. Een gedeelte van deze afvalstroom vindt zijn weg naar een aantal bestemmingen (tabel 2). Hout verwerkende bedrijven kunnen het overige gedeelte gebruiken voor energie-opwekking, b.v. voor het drogen van hout. In de praktijk gebeurt dit ook, doch het is moeilijk inzicht te krijgen om welke hoeveelheden het gaat. In een aantal gevallen verbrandt men het afval, uitsluitend om het kwijt te raken.

Gebruikt hout

Over de omvang en toepassing van deze categorie afvalhout, die op 725.000 ton wordt geschat, is uitermate weinig bekend. Afgewerkte pallets en emballage (400.000 ton) en sloophout (275.000 ton) vallen onder deze categorie. Eénmalige houten emballage die vanuit het buitenland ons land binnen komt, is buiten beschouwing gelaten. Regelgeving met betrekking tot hergebruik van eenmalige emballage staat op stapel.

Slechts een klein gedeelte van de de totale hoeveelheid komt bij de vuilverwerking terecht; de hoeveelheid wordt geschat op 50.000 ton. Het overige gedeelte gaat deels naar de vuilverbranding en vuilstort, waarvoor rechten betaald moeten worden. Om welk gedeelte het gaat is niet bekend.

Slotbeschouwing

De energiebalans in de bosbouw ligt gunstig, mits het te verbranden hout voldoende droog is. Uit dat oogpunt is het telen van houtige biomassa voor de opwekking van energie aantrekkelijk. Of het economisch haalbaar is dient te worden onderzocht, waarbij niet van bestaande teelt- en verwer-

kingstechnieken dient te worden uitgegaan, maar nieuwe technieken moeten worden ontwikkeld. Tevens zullen door moderne selectie- en veredelings technieken hoog producerende klonen moeten worden ontwikkeld. Bij de teelt van houtige biomassa voor energie doeleinden is de maximale CO₂-productie equivalent met de energie-input voor teelt, oogst en transport. De maximale CO₂-productie bij verbranding is altijd kleiner dan de vastgelegde hoeveelheid CO₂ uit de lucht.

Wanneer men het hout dat in het Nederlandse bos achterblijft buiten beschouwing laat, is er jaarlijks + 1.500.000 ton, met een theoretische energetische inhoud van 28.5 PJ ($28,5 \times 10^9$ MJ), voor verbranding beschikbaar. Op het ogenblik verdwijnt dit materiaal voor een groot gedeelte naar vuilstort en vuilverbranding. Het vochtgehalte van het te verbranden hout is van grote invloed op de werkelijke energetische opbrengst, zodat de werkelijke betekenis van hout voor onze energiehuishouding moeilijk is in te schatten.

In Nederland is de belangstelling voor houtige energieplantages nog niet groot. Dergelijke plantages kunnen behalve voor het telen van biomassa voor de opwekking van energie, als producent van vezels, een grondstof, waaraan groot tekort is in de Europese Gemeenschap, worden gebruikt. Alhoewel er vele potentiële landbouwgronden voor het stichten van energieplantages aanwezig zijn, wordt de aanleg van bos en beplantingen in een open landschap als een aantasting daarvan ervaren.

Tenslotte wil ik de aandacht vestigen op de Stichting Research- en Kenniscentrum Plantaardige Vezels. Opgericht door de provincie Flevoland, de Landbouw Univer-

siteit, de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek en de Stichting Bos en Hout). Deze stichting heeft het plan een Centrum voor Plantaardige Vezels op te zetten, waar onderzoek gedaan kan worden naar de veredeling, teelt en verwerking van vezel producerende planten. Enerzijds gaat het om het kweken van soorten met een zo groot mogelijke biomassa, ook van belang voor de levering van energie, anderzijds om eigenschappen van de vezel. Houtige gewassen spelen daarbij een belangrijke rol.

Literatuur

- Aardema, J.W., 1978, Energie productie en energie consumptie in het huidige Nederlandse opgaande productiebos, intern rap. 1978, nr.1, vakgroep Bosbouwtechniek, LUW, 25 p.
- Andersson, B. and S. Falk (ed.), 1984, Forest Energy in Sweden, Forest Energy Secretariat, Garpenberg, Sweden, 111 p.
- Anonymus, 1983, Energie gewassen in Nederland, technisch-economische vervolgstudie over snelgroeiend hout, Nat. Raad Landb. Onderz. 83/26, 14 p.
- Anonymus, 1992, (concept), De haalbaarheid van de productie van biomassa voor de Nederlandse energiehuishouding, Eindrapport Nederlandse maatschappij voor energie en milieu, 102 p.
- Avlani, P.K., en W.J. Chancellor, 1977, Energy requirement of wheat production and use in California, Transactions of ASEA (), 409 - 421.
- Bol, M.M.G.R. 1982, Energie en energiebesparing in de bosbouw, Ned. Bosb. Tijdschr. (54), 166-171.
- Dimitri, L. en E. Friedrich, 1990, Alternative use of agricultural land for plantations of fast growing tree species in short rotation, Commission of European Communities, Report EUR 10841 EN, p 69-78.
- Gerritse, A.J., 1990, Een model voor de Nederlandse Bos-, Hout- en Papiersector (Nettopa), rapport de "Dorschkamp", Inst. voor Bosb. en Groenbeheer, nr.564

- Hick, R. J. van de Langerijt, W. Sanderse, 1982, Verwerking van snoei hout uit stadsbeplantingen, 2 delen, Doct. Script. vakgroep Bosbouwtechniek, 1981/82 nr 6,7, Wageningen, 153 + 111 p.
- Heij, W en R.P. van der Zwan, 1989, Bos, Hout en Energie, 2e Nationale Zonneenergie conferentie, (Duurzame energie voor een duurzame ontwikkeling), 18-19 April 1989, Noordwijkerhout, conferentie- verslag, 265 - 271.
- Hoogendoorn, A.C., 1984, Onderhoud, gebruik en beheer van houttranden, Doct. Scr. Bosbouwtechniek, 1983/84, nr.3.
- Hummel, F.C., 1988, A strategy for the future, in: F.C. Hummel, W. Palz and G. Grain (ed.), Biomass Forestry in Europe: a strategy for the future, Elsevier Applied Science, London, 256-271.
- Klass, D.L., 1987, Energy from biomass and wastes 1985 update, in: Energy from Biomass and Wastes X, Elsevier Applied Sc. Publ. London, 13-115.
- Krapfenbauer, A., 1984, Harvesting a large part of the forest biomass, Symp. Int. Strassbourg. Les Colloques de l'Inza (30), 263 -283.
- Meiden, H.A. van der, 1986, De beschikbaarheid van hout, Stichting Bos en Hout, Wageningen, 242 p.
- Ranney, J.W., R.D. Perlack, J.L. Trimble and L.L. Wright, 1985, Specialized hardwood crops for energy and fiber: status impact and need, Tapp J., 68 (11) 36-41.
- Raaymakers, C.T.J.M., 1984, Energie uit biomassa? Vakgroep Bosbouw techniek, Wageningen, intern rapport 84/1, 96 pp.
- Renia, H.M. en R. Sikkema, 1991, Houtbijproducten in Nederland, Stichting Bos en Hout, Wageningen.
- Schepers, J.A.M. 1989, Een landelijk overzicht van de grienden, Ned. Bosb. Tijdschr. (61), 88-96.

AMEV zoekt goede grond als beleggingsobject

AMEV Landelijk Vastgoed is de "groene poot" van het verzekeringsconcern AMEV.

AMEV Landelijk Vastgoed verworft en beheert al meer dan 100 jaar landgoederen, boerderijen en landerijen met als doel een veilige belegging van een deel van het vermogen.

AMEV Landelijk Vastgoed breidt regelmatig haar grondbezit uit en is voortdurend op zoek naar landgoederen en (verpachte) agrarische objecten.

AMEV Landelijk Vastgoed is in staat in goed overleg en met uiterste discretie kleine, maar ook



omvangrijke transacties op korte termijn tot stand te brengen. Daarbij is ons uitgangspunt dat met de wensen van de verkoper zoveel mogelijk wordt rekening gehouden.

Bent u geïnteresseerd in een gesprek, neemt u dan contact op met ir. J. J. Mulder ten Kate, hoofd van de afdeling Landelijk Vastgoed, tel. 030-572266.



maakt er gewoon meer werk van.